



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

ERIC CHAVES GADELHA

**INDICADORES QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DO SOLO EM
AGROECOSSISTEMAS NA COMUNIDADE IDEAL, ARACOIABA-CE**

**MOSSORÓ - RN
2021**

ERIC CHAVES GADELHA

**INDICADORES QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DO SOLO EM
AGROECOSSISTEMAS NA COMUNIDADE IDEAL, ARACOIABA-CE**

Monografia apresentada ao Centro de Ciências Agrárias como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo, no curso de Agronomia da UFERSA.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Jeane Cruz Portela

MOSSORÓ - RN

2021

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

G124i Gadelha, Eric Chaves.
INDICADORES QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DO
SOLO EM AGROECOSSISTEMAS NA COMUNIDADE IDEAL,
ARACOIABA-CE / Eric Chaves Gadelha. - 2021.
45 f. : il.

Orientadora: Jeane Cruz Portela.
Coorientador: Joaquim Emanuel Fernandes
Gondim.

Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2021.

1. Agroecologia. 2. Construções metodológicas.
3. Uso da terra. 4. Manutenção de
agroecossistemas. I. Portela, Jeane Cruz ,
orient. II. Gondim, Joaquim Emanuel Fernandes ,
co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ERIC CHAVES GADELHA

**INDICADORES QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DO SOLO EM
AGROECOSSISTEMAS NA COMUNIDADE IDEAL, ARACOIABA-CE**

Monografia apresentada ao Centro de Ciências Agrárias como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em 01 de junho de 2021.

BANCA EXAMINADORA



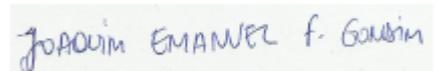
Prof^a. Dr^a Jeane Cruz Portela (UFERSA)

Presidente



Prof^a. Dr^a. Maria Laiane do Nascimento Silva (UFMA)

Membro Examinador



Eng. Agrônomo, M.Sc. Joaquim Emanuel Fernandes Gondim (UFERSA)

Membro Examinador

RESUMO

GADELHA, E. C. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Indicadores qualitativos e quantitativos do solo em agroecossistemas na comunidade Ideal, Aracoiaba-CE. Orientadora: Dra. Jeane Cruz Portela.

Este trabalho objetivou avaliar indicadores qualitativos e quantitativos do solo nas culturas (mangueira, sapoti e milho) implantadas e uma área de preservação permanente (mata ciliar) como referência, identificando restrições, potencialidades e uma abordagem crítica e consciente do uso do solo. O estudo foi realizado na Comunidade Ideal, Aracoiaba-CE a coleta de solo se deu nas camadas 0-15 cm e 15-30 cm. Alguns dos passos foram: avaliação dos ambientes, verificação dos recursos disponíveis para a pesquisa, quais metodologias poderiam ser aplicadas, bem como, identificação das potencialidades e limitações dos ambientes, tendo em vista, o tema Conservação do Solo e Água. Portanto, foi utilizado método de campo adaptados para coleta de dados e feita pesquisa bibliográfica para levantamento do referencial teórico sobre as principais propriedades dos solos: métodos qualitativos (cor, cobertura, estados de decomposição dos resíduos, avaliação da matéria orgânica, textura e agregados) e quantitativas (temperatura do solo, densidade do solo, relação sólidos/poros, infiltração, resistência à penetração de raízes, pH e CE). Por meio da análise de dados foi possível verificar que: Para cobertura do solo: a área de cultivo de mangueira e sapoti (CMP), apresentou aproximadamente 60% de cobertura morta; na área de cultivo de milho (CM), 100% da área estava coberta com vegetação daninha e resquícios de culturas anteriores, principalmente pelo capim amargoso; na área preservada por mata ciliar (MC), apresentou uma serrapilheira de aproximadamente 1 a 3 cm de espessura em mais de 50% da área, nos outros ambientes haviam “castelos” de minhocas, raízes expostas por processo erosivo e solo exposto. Apesar da diferença entre os materiais da cobertura do solo, em todos os casos foram classificados como favoráveis à manutenção da cobertura para controle do processo erosivo. Para temperatura do solo, a área de (MC) apresentou melhores resultados, com temperaturas medias de 27,9 °C na camada 0-15 cm e 27,4 °C na camada 15-30 cm; seguido da área de (CM) com temperaturas medias de 31,5 °C na camada 0-15 cm de solo, não sendo verificado nessa área nos 15-30 cm; e com temperaturas mais elevadas a área de (CMS), com média de 34,1 °C na camada 0-

15 cm e 31,1 °C na camada de 15-30 cm. Para estabilidade dos agregados os resultados foram muito aproximados, como uma leve diferenciação da área de (MC) que tinha os agregados mais estáveis, devido principalmente a maior volume de raízes e leve teor de óxido de ferro, tanto nas camadas de 0-15 cm quanto na de 15-30 cm. Para atividade de matéria orgânica os resultados foram muito semelhantes para todos os solos e entre as duas camadas. Para a textura, todos os solos na camada de 0-15 cm foram classificados como franca e na camada de 15-30 cm como franco-arenosa. A densidade do solo apresentou valores aproximados de 1,2 g/cm³. Em todos os solos o volume de partícula sólida e volume do espaço poroso apresentou proporções 50% de sólidos e 50% de poros. No teste de velocidade de infiltração foi verificada uniformidade entre os valores. O pH da água retirado do teste de infiltração estava levemente ácido, exceto para a área (CM), que estava levemente alcalino e a CE da água para as áreas de (CMS) e (MC), estava menor na camada 0-15 cm e maior na camada 15-30 cm; na área (CM) o resultado foi inverso. Para o teste penetração de raízes verificou-se não existir camada de impedimento físico. As principais considerações gerais do trabalho são: as áreas agrícolas não apresentaram restrições quanto aos atributos estudados, podendo ser justificado em função do manejo do solo realizado de forma adequada, como também, outros aspectos podem ser melhorados no que diz respeito a utilização de herbicidas, que são aplicados diretamente ao solo. Além disso, ressalta-se a importância de se utilizar materiais disponíveis na propriedade e adaptação das técnicas metodológicas tradicionais, conforme necessidade do estudo.

Palavras-chave: Agroecologia. Construções metodológicas. Uso da terra. Manutenção de agroecossistemas.

LISTA DE SIGLAS

CMS: Cultivo de mangueira e sapoti;

CM: Cultivo de milho;

MC: Mata ciliar.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa do terreno, com delimitação das áreas de estudo, Comunidade Ideal, Aracoiaba, CE.....	24
Figura 2 - THDL-400 INSTRUTHERM.....	30
Figura 3 - Medidor digital multi parâmetro (JUANJUAN).....	30
Figura 4 - Balança de precisão mecânica.....	30
Figura 5 - Instrumento usado para testar resistência a penetração de raízes.....	31
Figura 6 - Diferença de cores e textura entre as camadas 0-15 e 15-30 cm, na área de Cultivo mangueira e sapoti (CMS).....	34
Figura 7 - Cobertura morta formada por serrapilheira na área de milho (MC).....	35
Figura 8 - Agregados granular e raízes na camada de 0-15 cm, na área do milho (CM).....	35
Figura 9 - Comparativos da estabilidade dos agregados na área de mata ciliar (MC).....	35
Figura 10 - Comparativo da atividade da MO na área de cultivo de mangueira e sapoti (CMS) nas camadas de 0-15 e 15-30 cm.....	36
Figura 11 - Bola de solo da camada de 0-15 cm, do tamanho de um limão, da área do CM.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de temperatura em °C nas camadas 0-15 cm e 15-30 cm em nos agroecossistemas na Comunidade Ideal, Aracoiaba, CE.....	37
Tabela 2 - Valores obtido para a relação sólidos/poros, nos três agroecossistemas...	38
Tabela 3 - Infiltração de água no solo nos ambientes mangueira sapoti, milho e mata ciliar na Comunidade Ideal, Aracoiaba-CE.....	39-40
Tabela 4 - Teste resistência à penetração de raízes na área de cultivo de mangueira e sapoti (CMS).....	41
Tabela 5 - Teste resistência à penetração de raízes na área de milho (CM).....	41
Tabela 6 - Teste resistência à penetração de raízes na área de mata ciliar MC.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	14
2.1 ALGUNS INDICADORES DA QUALIDADE DO SOLO	14
2.1.1 Cores do solo	15
2.1.2 Textura.....	16
2.1.3 Agregados.....	18
2.1.4 Densidade do solo e densidade dos sólidos	19
2.1.5 Relação sólidos poros	20
2.1.6 Matéria orgânica no solo	21
3 OBJETIVOS	22
3.1 OBJETIVO GERAL	22
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA ESTUDO DE CASO.....	23
4.2 LOCAL DE ESTUDO	23
4.3 RECONHECIMENTO EXPLORATÓRIO DOS AGROECOSSISTEMAS	24
4.4 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRES OS AGROECOSSISTEMAS (CMS) E (CM)	25
4.5 AGROECOSSISTEMAS E ATRIBUTOS DO SOLO ESTUDADOS	26
4.5.1 Descrição dos métodos qualitativos	26
4.3.2 Descrição dos métodos quantitativos.....	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1 MÉTODOS QUALITATIVOS.....	32
5.2 MÉTODOS QUANTITATIVOS	37
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1 INTRODUÇÃO

Para ocorrer um desenvolvimento sustentável em um empreendimento agrícola, muito pontos devem ser avaliados. Desde a escolha da área para instalação da cultura até a pós-colheita e comercialização dos produtos. Partindo da escolha da área, o solo e a água são os elementos de maior importância. A água deve ser de boa qualidade e que tenha disponibilidade, quanto ao solo elemento dessa pesquisa, deve ser avaliado de diversas formas, para que se possa utilizar o máximo do potencial sem também com isso reduzir a capacidade produtiva.

De forma geral, o solo atua como o meio de crescimento para as plantas e organismos do solo, fornecendo suporte para o desenvolvimento desses seres. Essa pesquisa foi focada em estudar o solo como um dos agentes dos agroecossistemas, que quando bem trabalhado conduz para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável.

Diante do que vemos no modo atual de produção, um fator que permanece em evidência é que devemos dar mais importância às propriedades do solo, pois cresce dia a dia o número de áreas improdutivas, devido principalmente ao manejo inadequado dos solos e dos cultivos agrícolas. É a ciência do solo, que se apresenta como a principal responsável para avaliar e monitorar a qualidade do solo, que pode identificar as potencialidades e limitações da gleba, para que se planeje melhor a atividade agrícola, causando menos danos ao meio ambiente e promovendo um desenvolvimento sustentável da agricultura.

O objetivo é a descrição qualitativa e quantitativa do ambiente, focando no solo e usando o que se tem disponível (apesar de nessa pesquisa termos a sorte de ter três instrumentos de medições). Isso, porque nem sempre o produtor tem disponível equipamento de laboratório ou um laboratório próximo à propriedade ou mesmo recursos para custear essas informações. E que aos olhos do produtor essas informações não geram lucro, apenas dispersas.

Para realizar e alcançar o objetivo geral da pesquisa, primeiro foi necessário um conhecimento prévio da área (levantamento exploratório), que foi realizado junto ao proprietário, segundo descrever e qualificar o ambiente avaliando-o como um todo: solo, disponibilidade e qualidade de água, paisagem, cobertura vegetal, aporte

de matéria orgânica, plantas, animais, clima, relevo, processo erosivo, indicadores biológicos da macrofauna... e suas inter-relações e terceiro definir os elementos que poderiam ser mensurados como: coleta de solo, temperatura, agregados, densidade, relação sólidos/poros, resistência à penetração de raízes e, como o faria para verificação dos resultados.

Devido à dificuldade de avaliar as propriedades do solo, por inúmeros motivos como: não podemos ver o que tem dentro do solo (somente é possível ver a superfície), peso e esforço para mover a terra, o solo varia e muito as suas condições (temperatura, umidade, ar...) no tempo e espaço... A ideia é que com a compreensão de alguns fatores envolvido no estudo dos solos é possível resolver muitos problemas futuros relacionado a improdutividade, isso porque o solo é um elemento dinâmico e resiliente. E que todas as propriedades do solo se correlacionam umas com as outras, logo, ao manejar bem um fator, vários outros serão melhorados. Vemos isso por exemplo por meio da cobertura do solo, que quando coberto, reduz a temperatura, aumenta a umidade, protege contra o impacto das gotas de chuvas, reduz erosão etc.

Para realização desse trabalho foram utilizadas pesquisas bibliográficas e de campo, além de estudos de caso. A pesquisa bibliográfica baseou-se em livros científicos da área da Ciência do Solo, Pedologia, Manejo do Solo e Agricultura nos Trópicos. O estudo de caso foi desenvolvido em três ecossistemas, sendo dois de atividade agrícola e um de preservação ambiental (mata ciliar), em que essa última área preservada deve apresentar melhores condições de solo e diversidade ambiental, por meio de avaliações qualitativas e quantitativas do solo nos agroecossistemas.

O trabalho de conclusão de curso estrutura-se em função do referencial bibliográfico, apresentando as principais características do solo, suas definições e importância para o manejo adequado do solo, baseados em vários autores, como também, foi abordado fatores referentes a atividade da matéria orgânica no solo, que está diretamente relacionado a qualidade do mesmo, envolvendo a origem, conceito e importância no processo de melhoramento do solo, além de descrever o quão favorável e benéfico, tanto para as plantas como para os microrganismos, é a presença dela nos solos.

Assim, a realização deste estudo teve como principal foco verificar as condições de solo e outros aspectos acessíveis a observações, na cultura do milho, manga e sapoti e a mata ciliar, por meio de metodologias qualitativas e quantitativas.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 ALGUNS INDICADORES DA QUALIDADE DO SOLO

Os solos possuem características intrínsecas e propriedades modificáveis, que também são chamados de atributos, no geral todos esses fatores interagem entre si, seria um trabalho extenso e complexo, enumerar e definir todos esses fatores. Nesse trabalho foi escolhido alguns indicadores da qualidade do solo, o critério para escolhas foram a importância e possibilidade de avaliá-los em campo e sem a disposição de um laboratório (em virtude do momento atual de pandemia). Para tanto, as avaliações qualitativas foram relacionadas com as seguintes características: cores do solo, textura, agregados, densidade, relação sólidos poros, matéria orgânica e cobertura do solo.

2.1.1 Cores do solo

A cor do solo é uma das primeiras características que podem ser facilmente observadas ao entrar em qualquer área de cultivo, porém, não é muito simples descrevê-la até porque não existe no nosso vocabulário palavras suficientes para descrever o nome de todas as cores e é muito relativo ao observador.

Segundo Brady & Weil (2013), as cores dos solos podem fornecer informações a respeito de outras propriedades e condições do solo. Porém, para uma descrição precisa é necessário o uso da tabela de cores de Munsell, que leva em consideração três fatores: o matiz, o valor e o croma.

Ainda para (Brady & Weil, 2013, p. 107):

Os três principais fatores que influenciam a cor do solo são: (1) o conteúdo de matéria orgânica, (2) o teor de água e (3) a presença e o estado de oxidação dos óxidos de ferro e de manganês. A matéria orgânica tende a recobrir as partículas minerais, escurecendo e mascarando as intensas cores peculiares dos minerais. Os solos são geralmente mais escuros quando úmido do que quando secos...A água também afeta o estado de oxidação tanto do ferro como do manganês.

Diante do que foi exposto, temos que a cor pode ser usado como indicador para agregar informações a respeito do solo.

2.1.2 Textura

Segundo Brady & Weil (2013), textura do solo é a mensuração das partículas minerais do solo de acordo com seu tamanho e quantidade presente no solo.

Para Primavesi (1999) a textura do solo facilita saber o comportamento da água no solo e verificar a disponibilidade de água para as plantas. Pois a água disponível para as plantas está nos poros médios do solo, que não são muito pequenos que reterão a água com muita força e nem tão grade que possa ser perdida pela ação da força da gravidade. Essa textura ótima está relacionada com a areia fina, mas nem todo solo possui essa textura, muitos solos são argilosos e esse problema é contornado através da formação dos agregados.:

Para (Brady & Weil, 2013, p. 108):

Textura do solo permite conhecer as proporções dos diferentes tamanhos das partículas existentes no solo é fundamental para entendermos o seu comportamento e melhor manejá-lo. Quando se investigam os solos de determinado local, a textura dos seus vários horizontes é frequentemente a primeira e mais importante propriedade a ser determinada, pois a partir dela pode-se chegar a muitas conclusões. Além disso, no campo, a textura do solo não está facilmente sujeita a mudanças, de forma que ela é considerada uma propriedade permanente do solo.

Como se pode verificar nessa citação, textura do solo é aplicado a uma de suas propriedades física do solo. Evidentemente a aplicação pode ser utilizada para determinação da classificação dos solos, suas aptidões e usos agrícolas e ambientais ou construção civil.

Pela textura do solo podemos verificar diversas propriedade e comportamento nos solos como: a capacidade de retenção ou drenagem de água, conseqüentemente saberemos um pouco mais sobre o espaço poroso ou aeração do solo; também podemos inferir sobre a suscetibilidade a compactação, a erosão hídrica ou eólica; Capacidade de armazenamento de nutrientes entres outros. Cita-se, como exemplo, que solos argilosos possuem alta capacidade de retenção de água, poucos e pequenos poros disponíveis para o ar, a drenagem ou infiltração é lenta, tem alta capacidade para armazenar nutrientes e é muito suscetível a compactação, principalmente se tiver saturado por água e se seco quando arado e gradeado as partículas serão pulverizadas e o vento provocar a erosão eólica. O solo arenoso geralmente possui características inversa ao solo argiloso e o solo com maior concentração de silte possuirá propriedades intermediarias na maioria dos casos.

Contudo, a maioria dos solos possuem todos os três tipos de partículas e com percentagens diferentes entre elas, formando as classes texturais.

Ainda para (Brady & Weil, 2013, p. 111):

12 classes texturais dão uma ideia mais clara acerca da distribuição das partículas, de acordo com seus tamanhos, e de suas características gerais relacionadas às propriedades físicas do solo. Nesse sentido, textura do solo permite conhecer e entender como o solo reage a determinado tipo de manejo seja adequado ou inadequado.

Logo, é importante compreender que o tamanho das partículas também está relacionado a área superficial da partícula, que explica determinados tipos de propriedades com a capacidade de adsorção de nutrientes, plasticidade, pegajosidade e outras. Nesse sentido, vamos exemplificar textura do solo como de fundamental para ter um bom conhecimento do solo que será trabalhado.

2.1.3 Agregados

Podemos conceituar agregados como sendo a junção de partículas menores, tanto mineral como orgânica, formando uma unidade maior e estruturada.

Segundo Brady & Weil (2013), pode-se dizer que os agregados são formados por várias forças com intensidades diferentes que unem essas partículas. Neste contexto, ao tirar uma porção do solo observamos que as partículas do solo estão unidas e que pode ser separada pela ação de uma força, como o apertar entre os dedos. Diferentes tipos dessas unidades estruturais podem ocorrer nos solos, com tamanhos e graus de desenvolvimentos variados.

Os agregados são formados de diversas formas e em todos os níveis, devido a fatores físicos principalmente pela participação da fração argila com suas propriedades, fatores químicos e suas forças e biológico. Neste contexto, Primavesi (1999) enfatiza a participação dos micros seres do solo, em especial os actinomicetos, porque são os formadores mais eficazes de substância húmica. O mais preocupante, contudo, é constatar que em regiões tropicais o teor de matéria orgânica no solo tende a ser baixo devido a características próprias dos trópicos (como alta temperatura).

Conforme explicado acima os agregados tende a ser mais estáveis quanto maior o conteúdo de matéria orgânica. As raízes das plantas também promovem a formação de agregados estáveis, já que as raízes funcionam como o "esqueleto" do agregado. Os agregados devem ser estáveis para que ocorra livre movimentação da água e do ar no solo.

De acordo com (Brady & Weil, 2013, p. 118):

O fenômeno da formação de agregados do tipo granular nos horizontes mais superficiais é uma propriedade do solo muito dinâmica. Alguns agregados se desintegram e outros se formam novamente à medida que as novas condições do solo aparecem. Geralmente, os agregados menores são mais estáveis do que os maiores; dessa forma, a manutenção dos agregados maiores, mais desejados, requer grande cuidado.

Conforme verificado a agregação é de suma importância para a vida do solo, desde a estabilidade do solo (evita erosão), o livre movimento do ar e água no solo, crescimento e desenvolvimento de raízes e microrganismos, assim, garantindo melhor produtividade comparado ao mesmo solo que não esteja bem agregado.

2.1.4 Densidade do solo e densidade dos sólidos

A densidade é uma relação de massa por volume, quando se fala na densidade do solo quem mais participa na massa são as partículas sólidas e quanto ao volume as partículas e os espaços porosos. Outro tipo de densidade é a de partícula definida como a massa por unidade de volume de sólido (não contando o espaço poroso). Brady & Weil, (2013).

Ainda conforme Brady & Weil (2013), a densidade de partículas é o mesmo que massa específica de uma substância sólida e para a maioria dos solos minerais com predominância de quartzo, essa densidade pode variar entre 2,6 e 2,75 g/cm³. De forma que para cálculos em geral se a densidade não for conhecida pode-se considerar 2,65 g/cm³.

Conforme explicado acima a densidade do solo serve com indicativo de qualidade do solo, pois através dela podemos mensurar a porcentagem de espaço poroso nos solos, a relação sólidos/poros, verificar compactação do solo...

Aumentos na densidade do solo geralmente indicam um ambiente mais pobre para o crescimento radicular, a redução da aeração e as mudanças indesejáveis no comportamento da água no solo, como a redução da infiltração (Brady & Weil, 2013, p. 129).

Por todas essas razões, o conhecimento e monitoramento da densidade do solo in loco é um fator importante que deve ser levado em consideração nas práticas de manejo.

2.1.5 Relação sólidos poros

A relação sólidos/poros é uma proporção que relaciona as partículas físicas (mineral e orgânica) com o espaço poros, onde água e ar competem por esse espaço. O espaço poroso pode ser dividido em macro e micro poros, mas para essa relação proposta, teremos o espaço poroso total com o somatório dos macros e micros poros.

Segundo Takane (2013, p. 25), "o conhecimento da partícula sólida(S) e do espaço-poro (P) é de extrema importância, pois, com esses valores podemos ter noção de como proceder no manejo".

De acordo com Brady & Weil (2013), um solo em boas condições para o crescimento de plantas, apresenta em sua composição 45% de partículas mineral, 5% de matéria orgânica e 50% de espaço poroso, onde a proporção de água e ar variam à medida que o solo está mais úmido ou seco. E que uma proporção quase igual de ar e água oferece melhor condições para o crescimento de plantas.

Portanto, essa relação ajuda para mais bem tomada de decisão para escolha de área de cultivo e qual cultura deve ser escolhida para plantio. Mas a determinação dessa relação pode não ser tão simples, sendo necessário equipamentos específicos e amostras de solo indeformada que preserva melhor as condições do local do solo.

A relação Poros/Sólidos(P/S) é um parâmetro conhecido mundialmente. Trata-se de um dado de grande importância, utilizado e muito citado nas literaturas voltadas a horticultura. O solo agrícola de boa qualidade, com matéria orgânica e sem compactação, normalmente, é formado por 50% de sólidos e 50% de poro, com relação $P/S = 1$. (Takane, Yanagisawa, & Góis, 2013, p. 27).

Fica evidente, diante dessas informações que a relação sólidos/poros serve de indicador da qualidade do solo. Quando essa relação $P/S = 1$ é indicativo de boa qualidade de solo, quando essa relação $P/S < 1$ é indicativo de solo compactado, que normalmente restringe a penetração de raízes de determinadas culturas.

2.1.6 Matéria orgânica no solo

A matéria orgânica é de suma importância para as atividades no solo, pois ela participa de inúmeras formas nas características do solo. Dessa forma a matéria orgânica serve de indicativo para verificação da qualidade do solo, ela dá a cor escura ao solo, auxilia na formação e estabilização dos agregados, retenção de água, fonte de nutrientes e energia para as plantas e microrganismos, pode servir de cobertura morta protegendo o solo etc.

Conforme Brady & Weil (2013), a matéria orgânica consiste em uma grande variedade de substâncias orgânicas, ou seja, que contém o elemento carbono, desde restos vegetais até restos de organismos. Apesar da matéria orgânica está em pequenas proporções no solo, normalmente de 1 a 6% e predominantemente na superfície, mesmo assim ela influencia o crescimento de plantas muito mais do que esse baixo percentual indica.

Em Primavesi (1999) é ressaltado uma grande importância da matéria orgânica pela cobertura morta do solo. Que possui muitas funções na relação solo, planta e atmosfera: ela evita o excesso de evaporação de água do solo, por impedir a insolação direta, assim a perda de água é menor e o solo coberto mantém-se mais úmido e muito mais fresco (temperatura) que o solo capinado a limpo, sem proteção alguma. Também protege a superfície do solo contra o impacto das gotas de chuva; mantém os nutrientes existentes mais disponíveis, acrescenta nutrientes ao solo, vindo da matéria orgânica; melhora a infiltração da água no solo.

Em muitos solos, a percentagem de matéria orgânica é pequena, mas sua ação nas funções do solo é enorme. Esse componente do solo, que está em constante mudança, exerce significativa influência em muitas de suas propriedades físicas, químicas e biológicas, especialmente nos seus horizontes mais superficiais. (Brady & Weil, 2013, p. 18).

Sendo assim, a matéria orgânica é o maior indicativo de qualidade do solo por influenciar em praticamente todos os atributos, propriedades e características do solo. De modo que é muito importante trabalhar a reposição da matéria orgânica nos solos, através da adição de compostos orgânicos (compostagem, adubação verde...) e evitar a perda principalmente pelas queimadas.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as condições de solo e outros aspectos acessíveis a observações, em área cultivada com milho, manga, sapoti e área de mata ciliar que foi tomada como referência, por meio de metodologias qualitativas e quantitativas e suas inter-relações.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar uma abordagem crítica e consciente do uso do solo de maneira a manter sua capacidade produtiva;
- Inferir sobre as ações desenvolvidas na propriedade, quanto à manutenção dos agroecossistemas;
- Identificar relatos dos agricultores (as) quanto ao conhecimento popular e vivência;
 - Identificar dificuldades nas ações desenvolvidas a campo e no galpão, como também, sugestões de melhorias para aprimoramento de trabalhos futuros.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA ESTUDO DE CASO

Conforme Estrela (2018, p. 150) "A metodologia expõe os procedimentos, o material e as técnicas a serem empregados para testar a hipótese e alcançar os objetivos.". De forma que fica evidente que os procedimentos devem ser realizados com calma, atenção e anotando as observações. Os materiais devem ser de fácil acesso e bem conservado e as técnicas bem aplicada. Isso porque a avaliação deve ser feita de forma precisa, a fim de evitar o máximo possível de erros.

Segundo Alegria et al. (2011), a pesquisa básica aplica-se no âmbito da ciência, com propósito de conhecer mais sobre os fenômenos naturais e normalmente sem propósitos práticos definido. Já a pesquisa aplicada tem aplicação prática e é direcionado ao avanço do conhecimento ou atividade em determinada área. Com a intenção de conhecer, melhorar e aplicar os resultados obtidos nos sistemas de cultivo, essa pesquisa se enquadra na natureza de pesquisa aplicada.

Conforme Gil (2002, p. 42) "As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis.". De forma que essa pesquisa se classifica em descritiva devido aos procedimentos adotados para coleta de dados, observações e posterior verificação entre suas relações.

4.2 LOCAL DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada no município de Aracoiaba-CE, comunidade Ideal, nas coordenadas Latitude. 4° 25 '39,5 ``S, Longitude. 38° 40 '15.70 ``O, em produção de base familiar onde é praticado cultivo agroflorestal, monocultivo de coqueiro (*Cocos nucifera*) mangueira (*Mangifera indica*), sapoti (*Manilkara zapota*) milho (*Zea mays*) e outras forragens, também está presente na área mata nativa preservada e sem exploração. O clima da região é tropical quente semiárido, com precipitação pluvial média anual de 1010,3 mm no período chuvoso de fevereiro a abril, a temperatura média anual situa-se entre 24-26

°C (Alvares et al., 2013). O relevo é do tipo maciços residuais, solos aluviais e litólicos em vegetação de caatinga arbustiva densa (IPECE, 2017).



Figura 1 - Mapa do terreno, com delimitação das áreas de estudo, Comunidade Ideal, Aracoiaba, CE.

4.3 RECONHECIMENTO EXPLORATÓRIO DOS AGROECOSSISTEMAS

Para iniciar a pesquisa primeiro foi feita uma visitada as áreas junto a um dos proprietários para obter informações a respeito do histórico das áreas, principais problemas, quais materiais usados no plantio e aquisição de mudas, produtos usados, principais problemas.

Ademais, a avaliação dos ambientes foi realizada por meio de uma caminhada transversal, técnica proposta por Verdejo (2006) que consiste na realização de caminhada transversal ao longo da maior extensão do terreno, compreendendo a formação do relevo e das paisagens locais.

A propriedade dispõe de máquinas e equipamentos necessários para desenvolver maior parte das atividades realizadas no local, como um trator e um trator de rabeta, de implementos possuem uma grade, roçadeira, sulcador e pulverizador (trator de rabeta), além de algumas construções, como um galpão, aviários, casa de bombas e uma casa. Também há implantado, além do apresentado nesse estudo,

dois hectares da cultura do coqueiro, mais aproximadamente quatro hectares da cultura do milho, 0,5 hectare com pomar contendo seriguela, caju, graviola, pitanga, acerola, ata (fruta do conde, pinha) e cajarana, 0,5 hectare de bananeira (em expansão, conforme perfilhamento para produção de mudas) e 0,1 hectare destinado a hortaliças para consumo. Aproximadamente 12 hectares estão destinados a áreas de preservação, sendo, 7 hectares de app e 5 hectares de mata ciliar.

A maior parte da produção de mudas e compostos orgânico é feita na própria propriedade, mas outros insumos vêm de fora como sementes, as mudas enxertadas, adubos químicos e defensivos.

4.4 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRES OS AGROECOSSITEMAS (CMS) E (CM)

A área (CMS) possui 85 metros de largura e 88 metros de comprimento totalizando 884 metros quadrados ou 0,748 hectare, que foram plantadas 280 plantas enxertadas de Mangueira, sendo 120 da variedade coite, 80 da variedade moscatel e 80 da variedade rosa e 40 plantas de sapoti(também enxertado), no total de 320 plantas, no espaçamento de 4 metros entre plantas e 5 metros entre fileiras(plantio adensado), tinha também uma linha de eucalipto que servira como barra vento na bordadura entre as áreas (CMS) e (MC). Sua localização fica: leste mata ciliar e do riacho “sem nome”, oeste o plantio de milho, a norte fica o rio Aracoiaba, e a sul fica uma área não produtiva (sem atividade no momento). A área estava roçada e até o momento tinha sido a terceira após o plantio, que foi realizado em agosto do ano de 2020. No plantio foi aplicado 200 g de supersimples no fundo da cova e fez um raio de um metro e aplicou 2 kg de calcário em cobertura. Foi feita duas adubações por fertirrigação com NPK e pretende-se fazer uma adubação orgânica com cama de galinha com 10 a 20 litros (a depender da disponibilidade) por planta em um raio de um metro ou menos. Já apareceu sinais de antracnose nas folhas mais novas, na cultura da mangueira. No geral as plantas estão com bom desenvolvimento e não houve perdas.

A área (CM) a variedade plantada é um milho híbrido BRS 2022 produzido por GranSafrá e milho BRS caatingueiro, foi plantado no final de março, antes do plantio foi realizado aração e gradagem. O espaçamento foi de 80cm entre linha e 15 cm

entre plantas, usou 200 kg/ha de NPK 20-10-20 aplicado na máquina junto ao plantio. Foi feita uma aplicação de herbicida Aminol 806, pré emergente, antes do plantio, para controlar principalmente o capim amargoso *Digitaria Insularis* (L.) Fedde. Foi feita uma aplicação contra a lagarta do cartucho, o produto não foi citado, na ocasião da aplicação o milho tinha na faixa de crescimento de 15 a 20 cm de altura.

4.5 AGROECOSSISTEMAS E ATRIBUTOS DO SOLO ESTUDADOS

Foram avaliados os agroecossistemas: (1) Área de cultivo de mangueira e sapoti (CMS); (2) milho (CM) e (3) mata ciliar (MC), como referência. Em sequência foi coletada amostras de solo das camadas superficiais 0–15 cm e 15–30 cm, para posterior avaliação dos atributos.

Em cada agroecossistemas foi coletado doze amostras deformadas simples, formando uma composta para as camadas de 0-15 e 15-30 cm, totalizando 6 amostras compostas, e os resultados apresentados são valores médios das repetições.

Quanto aos atributos do solo avaliados de forma qualitativa foram: cor, cobertura, estados de decomposição dos resíduos, avaliação da matéria orgânica utilizando água oxigenada, textura e agregados. E quantitativos: temperatura do solo, densidade do solo, relação sólidos/poros, infiltração resistência à penetração de raízes, pH e CE.

4.5.1 Descrição dos métodos qualitativos

A cor foi observada no campo quando foi feita a coleta (no momento o solo estava úmido) e quando seco ao ar, a descrição foi feita pela experiência do pesquisador, sem tabela de cores para comparação.

A cobertura do solo também foi observada no campo, a proporcionalidade foi estimada a olho nu e para a serrapilheira foi medido usando régua.

Os agregados foram obtidos por meio das amostras compostas. Dois tipos de peneiras para construção foram utilizados, com malha na forma de losango, sendo que a peneira grossa com área da malha de 20mm² e a peneira fina de 5mm². As amostras compostas ficaram dois dias expostos a sombra e no final da tarde do segundo dia, foi realizado o beneficiamento nas referidas peneiras. Foi observado os agregados retidos na peneira grossa, verificando o tipo de agregado, poros, locais de

fraqueza, dureza diante da força do apertar entre os dedos, raízes e presença de óxidos de ferro. Depois, foi recolhido o material que passou pela peneira grossa e passado agora na peneira fina, os agregados retidos na peneira fina foi reservado e usado nos testes (verificação da estabilidade a ação da água) e o que passou foi reservado para testes quantitativos e reação a água oxigenada.

Para os agregados menores retido na peneira com malha de 5 mm², o teste realizado foi feito da seguinte forma: de cada agroecossistemas foi tirado uma poção de aproximadamente 100 ml para a camada de 0-15 cm e para camada de 15-30 cm (objetivo verificar as condições no mesmo local) e reservado cada um, em um prato, depois com um borrifador tipo spray, foi feita 30 borrifadas a uma distância de aproximadamente 30 cm, depois foi observado a estabilidade e desagregação deles.

O próximo teste foi à atividade da matéria orgânica, usando uma porção de aproximadamente 100 ml da terra fina em um prato, foi adicionado 50 ml de água oxigenada 10 volumes (peróxido de hidrogênio a 3%) em sequência foi realizada observações.

O último teste foi o “método para determinação da textura pelo tato”, proposto por Brady & Weil (2013), que consistem em: primeiramente amassar bem uma amostra úmida de solo até obter uma massa com consistência uniforme, adicionando água aos poucos, esse passo é importante porque alguns agregados de argila e silte podem se comportar como se fossem grão de areia, em seguida pegar uma porção referente ao tamanho de um limão e sentir as sensações provocadas pelas diferentes frações de partículas.

As interpretações das observações foram realizadas de acordo com (Brady & Weil, 2013, p. 115):

1. A amostra de solo não se torna coesa, como uma bola, desfazendo-se facilmente: **areia**.
2. A amostra forma uma pequena bola, mas não uma tira: **areia-franca**.
3. A tira é friável e se quebra quando está com menos de 2,5 cm de comprimento e:
 - a. O rangido é audível e a sensação é áspera: **franco-arenosa**;
 - b. A sensação é de maciez e sedosidade e o rangido não é audível: **franco-siltosa**;
 - c. A sensação é ligeiramente áspera e macia, e o rangido não é claramente audível: **franca**.
4. O solo exibe moderada pegajosidade e plasticidade, forma tiras alongadas de 2,5 a 5 cm de comprimento e:

- a. O rangido é audível e a sensação é de aspereza: **franco-argiloarenosa**;
 - b. A sensação é macia e sedosa e o rangido não é audível: **franco-argilo-siltosa**;
 - c. A sensação é de pouca aspereza e alguma maciez e o rangido não é claramente audível: **franco-argilosa**.
5. O solo exibe dominante pegajosidade e plasticidade, formando fios mais longos do que 5 cm e:
- a. O rangido é audível e a sensação de aspereza predomina: **argiloarenosa**;
 - b. A sensação é de maciez e sedosidade; o rangido não é audível: **argilo-siltosa**;
 - c. A sensação é de apenas pequena aspereza e sedosidade e o rangido não é claramente audível: **argila**.

4.3.2 Descrição dos métodos quantitativos

A temperatura do solo foi verificada usando instrumento THDL-400 da marca INSTRUTHERM, esse instrumento possui uma sonda de 7 cm que foi introduzida na superfície do solo e outra aferição na profundidade de 15 cm. As medições em todos os casos foram realizadas no período da tarde entre 13 e 14 horas, período considerado mais crítico.

Utilizando as amostras de solo compostas e deformada foram feitos os seguintes testes: densidade do solo, relação sólidos/poros, velocidade de infiltração e análises químicas de pH e CE. A água usada para esses testes foi água coletada da chuva que tinha pH igual a 7,30 e CE 12 μS a 28 °C. Para um volume fixo de 200 ml foi usado um copo americano passando uma régua rente a “boca” do copo.

Para verificar a densidade do solo, a massa da amostra deformada foi pesada usando uma balança de precisão mecânica e um copo americano com volume cheio de 200 ml, foram feitas três repetições para cada camada de cada agroecossistemas. A medida foi feita com a umidade da terra fina seca ao ar e a equação aplicada foi a relação massa por volume.

Para determinar a relação sólidos/poros (relação volume/volume) foi utilizado um copo medidor tipo Becker da marca JProLab com volume de 500 ml e um copo americano com volume de 200 ml. Foi adicionado 200 ml de água dentro do Becker e em seguida 200 ml de solo, depois foi registrado o volume final de água no Becker.

Nesse teste também foi utilizado a amostra composta seca ao ar, não sendo feitas repetições.

Para o tempo de infiltração, 200 ml de solo seco foi colocado em um filtro de papel "103" para café e 200 ml de água foi reservado em Becker. Ao adicionar a água cuidadosamente o cronometro foi iniciado, quando a primeira gota caiu em um copo foi registrado o tempo em segundos, o teste continuou até o intervalo entre as gotas fosse igual ou superior a 1 minuto. O solo agora úmido foi retirado, pesado e registrado os valores.

Ao recuperar a água infiltrada do teste anterior foi verificado o pH e condutividade elétrica da água (CE), usando um medidor digital multi parâmetro da marca JUANJUAN.

O último teste quantitativo foi o de penetração de raízes, usando instrumento desenvolvido pelo pesquisador e proprietário. Esse instrumento é uma vara de ferro com 3/8" de polegadas de diâmetro e 120 cm de comprimento uma arruela foi colocada no meio da vara. Um peso de 4 kg com um guia foi usado para exercer uma força fixa (que não foi determinada), esse peso é solto no início de vara cai de uma altura de aproximadamente 60cm (menos a espessura da arruela) bate na arruela e realiza a penetração no solo.



Figura 2 - THDL-400 INSTRUTHERM



Figura 3 - Medidor digital multi parâmetro (JUANJUAN)



Figura 4 - Balança de precisão mecânica



Figura 5 - Instrumento usado para testar resistência a penetração de raízes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 MÉTODOS QUALITATIVOS

A coloração dos solos no geral foi bem semelhante, no campo quando foram coletados a tonalidade, para a camada de 0-15 cm, é um marrom escuro; já para a camada de 15-30 cm, é um marrom menos escuro que na camada superior até um tom de amarelo escuro, isso porque os solos estavam úmidos e pela maior presença de matéria orgânica na superfície do solo. Quando as amostras simples foram misturadas e colocadas para secar ao ar, a tonalidade mudou para um marrom médio acinzentado nas camadas de 0-15 cm e marrom claro acinzentado nos 15-30 cm e perdeu a tonalidade amarelada que foi apresentada em umas das amostras simples.

O solo em todas as áreas estava bem coberto e protegido, na área (CMS) apresentava 60% de cobertura morta, na área (CM) cobertura total 100% com plantas daninhas ou vegetação espontânea e na área de (MC) 50% da área com serrapilheira além das copas das árvores que sombreava quase que 100% do solo. Por ordem de qualidade da cobertura, a área de (MC) tinha melhor qualidade de cobertura, apesar de não está 100% coberta por cobertura morta existia a cobertura das copas das árvores, que além de proteger o solo contra o impacto das gotas de chuva e insolação direta, também conservava a cobertura morta essa composta de uma serrapilheira de 1 a 3 cm e em diferentes estágios de decomposição. Depois, a área (CM) com cobertura total favorecendo entre os benefícios já citado reduziu também a temperatura do solo. Por último, a área de (CMS) que mesmo com a cobertura foi possível ver facilmente a superfície do solo e em um ponto de área próximo a mata ciliar foi identificado sinal de erosão do solo.

Os agregados maiores que ficaram retidos na peneira com malha de 20mm², apresentaram-se do tipo granular porosa para as áreas (CMS) e (CM) e do tipo granular grumosa (muito porosa) para área de (MC). Na área (CMS) para a camada 0-15 cm tinha baixa concentração de raízes e para área (CM) média concentração de raízes; nos casos (CMS) e (CM) agregados se destorroaram com forte força dos dedos, que esfarelaram; para a camada 15-30 cm menos raízes que na camada superior, menos estáveis necessitando média força para esfarelar. Para os agregados da área (MC) nas duas camadas apresentou maior concentração de raízes e com

maior diâmetro, os agregados estavam muito estáveis alguns (menores) não esfarelou com a força de pressão entre os dedos, na camada de 15-30 cm também foi observado baixo teor de óxidos de ferro, verificado por pequenos conglomerados com tonalidade vermelho intenso, que pode significar presença de hematita.

Para os agregados menores que ficaram retidos na peneira com malha de 5 mm², apresentaram-se logicamente também do tipo granular porosa para a área (CMS) e (CM) e do tipo granular grumosa (muito porosa) para área de (MC), se mostraram estáveis contra a ação da água nos primeiros centímetros do solo, já para as camadas de 15-30 cm os agregados esboroou com certa facilidade, mas que já era esperado, pois eles apresentam menor teor de matéria orgânica e maior conteúdo de areia.

Para a atividade de matéria orgânica em todos os casos e em todas as camadas foram identificados principalmente pela efervescência do carbono orgânico, que liberava gases formando bolhas. Esse fenômeno foi observado visualmente (bolhas) e um “levantamento” do solo, pelo som característico da efervescência e pelo tato, pois, a amostra ficava com uma consistência cremosa. Devendo ser ressaltando que ocorreu maior atividade nas camadas de 0-15 cm do solo e na área da mata ciliar. O que também era esperado.

Para a textura pelo método do tato, apesar de o pesquisador não ter experiência, pois foi a primeira vez em que realizou esse teste, a textura apresentada nos solos estava bem aproximada devido as observações feitas na coleta e os testes realizados nesse trabalho, além das áreas estarem muito próximas. Para os 0-15cm em todas as áreas as observações feitas foram: formava uma bola uniforme e brilhante, ao aperta essa bola com o polegar primeiro modelava o dedo, logo em seguida rachava a bola por uma fenda; era possível fazer uma “minhoca” sem que se quebra-se, isso identificou certa plasticidade e conseqüentemente presença de argila e silte; quando adicionada mais água não foi observado pegajosidade; “ao tentar fazer uma tira essa se quebra com menos de 2,5 cm; a sensação é ligeiramente áspera e macia, e o rangido não é claramente audível: franca”. Para os 15-30 cm em todas as áreas as observações feitas foram: formava uma bola uniforme e brilhante, ao aperta essa bola com o polegar logo se rachava em uma fenda; era possível fazer uma “minhoca”, mas que quebrava em alguns pontos, isso identificou menos plasticidade

que nas amostras anteriores (camada 0-15 cm), mais ainda existia a presença de argila e silte; quando adicionada mais água não foi observado pegajosidade; “ao tentar fazer uma tira essa se quebra com menos de 2,5 cm; o rangido é audível e a sensação é áspera: franco-arenosa” (Brady & Weil, 2013, p. 115).

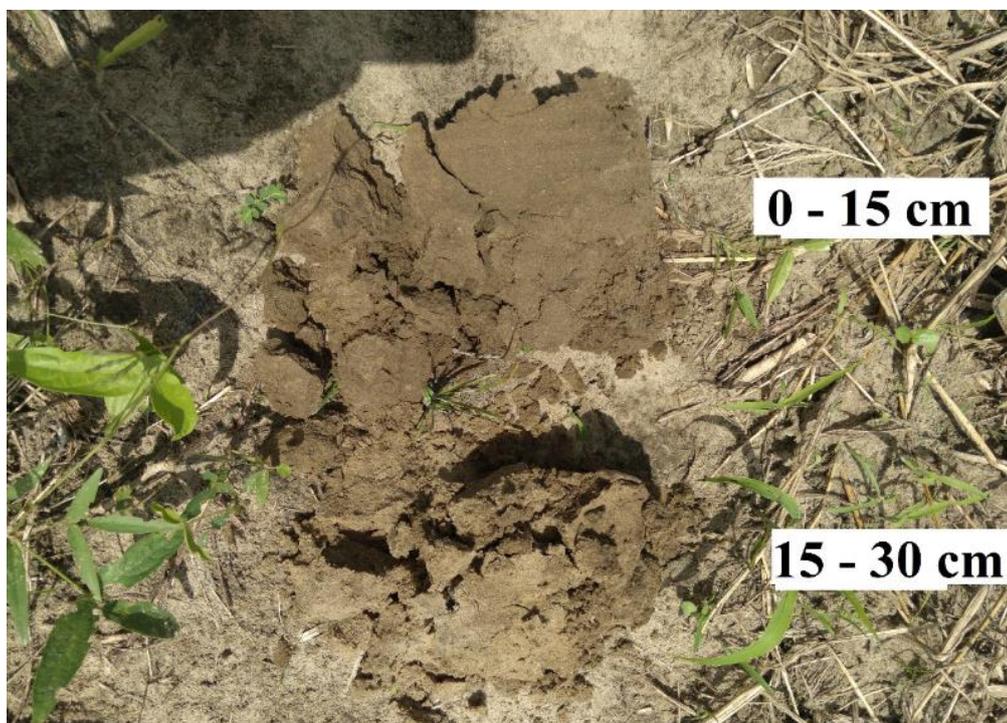


Figura 6 - Diferença de cores e textura entre as camadas 0-15 e 15-30 cm, na área de Cultivo mangueira e sapoti (CMS).



Figura 7 - Cobertura morta formada por serrapilheira na área de milho (MC)



Figura 8 - Agregados granular e raízes na camada de 0-15 cm, na área do milho (CM).

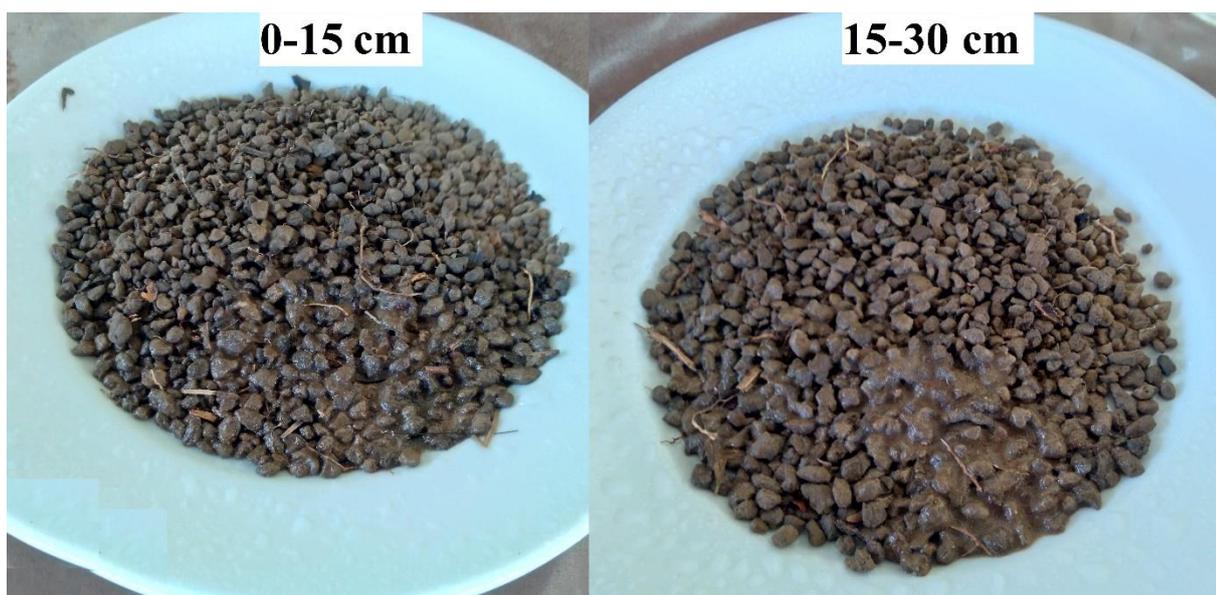


Figura 9 - Comparativos da estabilidade dos agregados na área de mata ciliar (MC)

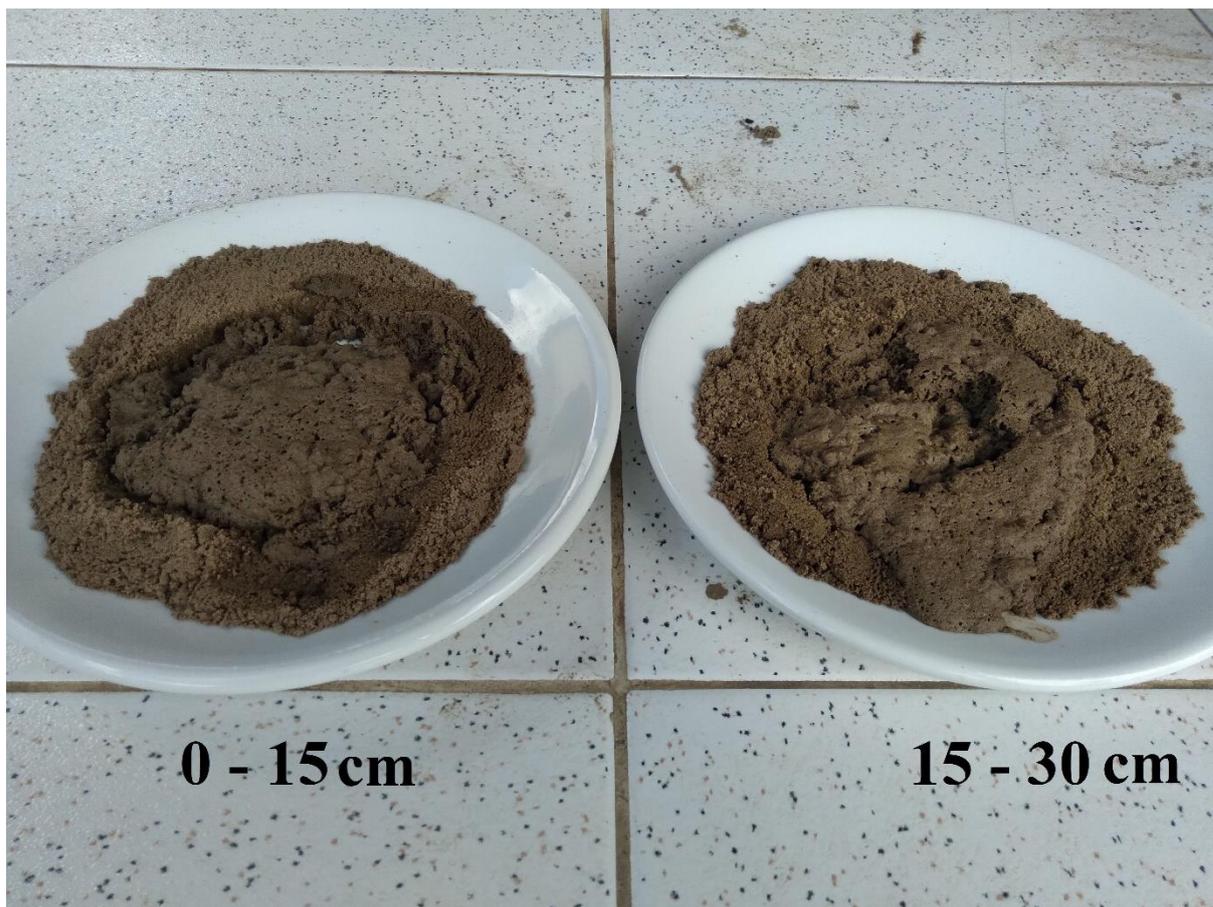


Figura 10 - Comparativo da atividade da MO na área de cultivo de mangueira e sapoti (CMS) nas camadas de 0-15 e 15-30 cm.



Figura 11 - Bola de solo da camada de 0-15 cm, do tamanho de um limão, da área do CM.

5.2 MÉTODOS QUANTITATIVOS

A temperatura do solo variou bastante nas três áreas. As maiores temperaturas foram registradas na área (CMS) que apresentou média de 34,2 °C na camada de 0-15 cm e 31,1 °C na camada de 15-30 cm, estava relativamente alta comparada as demais áreas, mas que quando as plantas crescessem e aumenta o volume de sua copa espera-se que a temperatura do solo também reduza. Na área (CM) a temperatura média foi 31,5 °C na camada de 0-15 cm, não sendo verificado na camada de 15-30 cm. Para a área de (MC) foi obtido os melhores resultados com média de 27,9 °C para as camadas de 0-15 cm e 27,4 °C para a camada 15-30 cm, sendo observado pequena variação de temperatura entre as camadas.

Tabela 1 - Valores de temperatura em °C nas camadas 0-15 cm e 15-30 cm em nos agroecossistemas na Comunidade Ideal, Aracoiaba, CE.

Áreas	(CMS)			(MC)			(CM)
	0 – 15 cm	15 – 30 cm	Diferença entre 0-15 e 15-30 cm	0 – 15 cm	15 – 30 cm	Diferença entre 0-15 e 15-30 cm	0 -15
1	32,1	29,8	2,3	28	27,7	0,3	29,8
2	32,2	30	2,2	28,1	27,9	0,2	30,1
3	33,2	31	2,2	28	27,6	0,4	31,2
4	35	32,8	2,2	27,7	27	0,7	31,8
5	35,5	32,1	3,4	27,9	26,9	1	31,2
6	34,6	31,7	2,9	27,7	27,1	0,6	32,5
7	35,8	32	3,8	28	27,6	0,4	31,6
8	33,7	30	3,7	28,2	27,8	0,4	32,2
9	34,6	31,2	3,4	27,9	27,3	0,6	31,6
10	34	31,1	2,9	27,8	27,1	0,7	32,9
11	35,3	30,9	4,4	28	27,2	0,8	30,9
12	34	30,5	3,5	27,8	27	0,8	31,7
Média	34,2	31,1	3,1	27,9	27,4	0,6	31,5

CMS: Cultivo mangueira e sapoti; MC: Mata Ciliar CM: Cultivo de milho.

A densidade dos solos estava compreendida entre 1,1-1,2 g/cm³. Esse valor de densidade do solo é favorável ao crescimento de raízes, pois, mostra que o solo possui suficiente espaço poroso. Serve também como referência para avaliar a compactação diante das operações de manejo, em específico a passagem de máquinas.

Em todos os solos o volume de partícula sólida e volume do espaço poroso registraram volume de 100 ml com relação $P(\text{poros})/S(\text{sólidos}) = 1$, conforme tabela 2. Que representa 50% de sólidos e 50% de poros.

Tabela 2 - Valores obtido para a relação sólidos/poros, nos três agroecossistemas.

amostra/área	Volume da amostra (v)	Volume inicial de água (vi)	Volume final da água (vf)	Volume da partícula sólida (S = vf – vi)	Volume do espaço poroso (P = v – S)
0 - 15 _ CMS	200 ml	200 ml	300 ml	100 ml	100 ml
15 - 30 _ CMS	200 ml	200 ml	300 ml	100 ml	100 ml
0 - 15 _ CM	200 ml	200 ml	300 ml	100 ml	100 ml
15 - 30 _ CM	200 ml	200 ml	300 ml	100 ml	100 ml
0 - 15 _ MC	200 ml	200 ml	300 ml	100 ml	100 ml
15 - 30 _ MC	200 ml	200 ml	300 ml	100 ml	100 ml

CMS: Cultivo mangueira e sapoti; MC: Mata Ciliar CM: Cultivo de milho.

Para o último teste quantitativo os valores e observações são os seguintes: Na área (CMS), o início da infiltração na camada de 0- 15cm ocorreu com média de 53 segundos, aproximadamente 105 ml de água foram recolhidos, o pH médio dessa água foi 6,81 e a CE média de 367,3 μS ; na camada de 15-30 cm o as medias de início de infiltração, volume recuperado, pH e CE foram 42 segundos, 115 ml, 6,8 e 557,3 μS respectivamente. O tempo de infiltração foi maior e o volume recolhido foi menor na primeira camada, indicando maior capacidade de retenção de água nos primeiros centímetros, podemos associar isso a textura que tem partículas menores e maior teor de matéria orgânica, logo nessa camada possui mais micro poros que na camada de 15-30 cm. O pH aproximado deu bom indicativo já que os solos devem estar levemente ácidos para melhor absorções dos nutrientes pelas plantas, vale ressaltar que nessa área foi realizado calagem antes do plantio com 2kg de calcário dolomítico em raio de 1 m de cada planta. Para a CE pode-se explicar também pela textura o solo na camada de 15-30 cm pode apresentar menor capacidade de retenção de nutrientes indicativo de menor teor de argila. Na área (CM) na camada de 0-15 as medias de início de infiltração, volume recuperado, pH e CE foram 45,6 segundos, 110 ml, 7,14 e 638,0 μS respectivamente; já na camada de 15-30 cm as medias de início de infiltração, volume recuperado, pH e CE foram 44,6 segundos, 110 ml, 7,11 e 514,3 μS respectivamente. Para os resultados dessa área os valores foram bem aproximados, mas deve-se informar que nessa área foi feito aração e gradagem e aplicação de 200 kg/ha de NPK 20-10-20 no plantio, não foi feito calagem, a

movimentação de terra possa explicar o motivo dos valores serem parecido e a adubação o maior CE na camada 0-15 cm. Na área (MC) na camada de 0-15 cm as medias de início de infiltração, volume recuperado, pH e CE foram 90 segundos, 110 ml, 6,17 e 314 μ S respectivamente; já na camada de 15-30 cm as medias de início de infiltração, volume recuperado, pH e CE foram 46,6 segundos, 115 ml, 5,83 e 413,3 μ S respectivamente. No caso da área MC que não foi mexida, os resultados foram os melhores e explicados principalmente pelos indicadores de textura e matéria orgânica.

Tabela 3 – Infiltração de água no solo nos ambientes mangueira sapoti, milho e mata ciliar na Comunidade Ideal, Aracoíaba-CE.

Agroecossistemas	Camada (cm)	Peso inicial (g)	Início da infiltração (segundos)	Última gota (intervalo 1 min)	fim da infiltração
C. Mangueira e Sapoti	0-15	233,7	46	10min e 15 seg	11min e 18 seg
		236,6	55	10min e 26 seg	11 e 28 seg
		233,1	58	9min e 55 seg	11 e 1 seg
	Média	234,47	53,00		
	15-30	240,4	45	12min e 38seg	13min e 41seg
		238,2	41	11min e 8seg	12min e 16seg
		239,4	41	11min e 55seg	13min e 5seg
		Média	239,33	42,33	
C. Milho	0-15	224,4	47	10min e 12seg	11min e 26seg
		223,6	48	10min e 27seg	11min e 40seg
		222,3	42	10min e 10 seg	11min e 24seg
	Média	223,43	45,67		
	15-30	235	46	11min e 2 seg	12min e 6 seg
		231,2	45	10min e 56 seg	12min e 1seg
		232	43	11min e 12seg	12min e 20 seg
		Média	232,73	44,67	
Mata Ciliar	0-15	240,8	88	14min e 16seg	15min e 18seg
		240,3	90	13min e 38seg	14min e 50seg
		241,6	91	13min e 20seg	14min e 320seg
	Média	240,90	89,67		
	15-30	246,2	48	12min e 15seg	13min e 22seg
		248,5	50	12min e 32seg	13min e 49seg
		242,6	42	11min e 58seg	12min e 10seg
	Média	245,77	46,67		

Continuação da tabela 2.

Peso saturado (g)	Densidade (g/cm ³)	PS-PI (g)	Volume de água drenado	pH	CE (μS)
328,1	1,1685	94,4	105ml	6,84	395
331,2	1,183	94,6	105ml	6,8	349
326,6	1,1655	93,5	105 ml	6,78	358
328,63	1,17	94,17	105ml	6,81	367,33
326,1	1,202	85,7	115ml	6,76	564
321,4	1,191	83,2	115ml	6,82	540
322,6	1,197	83,2	115ml	6,81	568
323,37	1,20	84,03	115ml	6,80	557,33
311,8	1,122	87,4	110ml	7,14	674
311,2	1,118	87,6	110ml	7,12	621
309,6	1,1115	87,3	110ml	7,16	619
310,87	1,12	87,43	110ml	7,14	638,00
322,2	1,175	87,2	110ml	7,14	516
317,7	1,156	86,5	110ml	7,1	530
318,6	1,16	86,6	110ml	7,08	497
319,50	1,16	86,77	110ml	7,11	514,33
330,5	1,204	89,7	110ml	6,14	334
331,2	1,2015	90,9	110ml	6,2	296
332,6	1,208	91	110ml	6,18	312
331,43	1,20	90,53	110ml	6,17	314,00
331,8	1,231	85,6	115ml	5,8	410
334,3	1,2425	85,8	115ml	5,76	398
328,8	1,213	86,2	115ml	5,92	432
331,63	1,23	85,87	115ml	5,83	413,33

Para o teste de penetração de raízes as áreas de (CMS) e (CM) registraram valores aproximados, penetrando aproximadamente 40 cm de solo após quatro quedas de um peso de 4 quilogramas, já para a área de (MC) essa apresentou mais heterogeneidade penetrando até 20 cm em quatro queda do peso (pior resultado), até 60 cm em três queda (melhor resultado). Para mais resultados verificar as tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 4 - Teste resistência à penetração de raízes na área de cultivo de mangueira e sapoti (CMS).

Repetição	1 queda (cm)	2 queda (cm)	3 queda (cm)	4 queda (cm)
2L 4;5	17	25	31	38
4L 9;10	19	27	33	40
6L 14;15	17	26	32	40
8L 18;19	19	25	35	43
10L 12;13	20	26	33	39
12L 7;8	16	22	31	39
14L 4;5	23	32	37	43
16L 10;11	17	22	30	35
15R	10	17	23	29
9R	15	28	38	46
5R	13	22	31	41
1R	13	21	28	39

Tabela 5 - Teste resistência à penetração de raízes na área de milho (CM).

Repetição	1 queda (cm)	2 queda (cm)	3 queda (cm)	4 queda (cm)
1	19	26	34	45
2	14	19	26	32
3	17	24	31	40
4	16	24	33	41
5	15	22	30	38
6	16	23	31	38
7	15	23	30	37
8	18	24	30	38
9	17	25	35	46
10	18	26	31	34
11	20	26	31	37
12	19	29	36	44

Tabela 6 - Teste resistência à penetração de raízes na área de mata ciliar (MC)

Repetição	1 queda (cm)	2 queda (cm)	3 queda (cm)	4 queda (cm)
1	29	35	40	50
2	25	44	60	-
3	14	20	24	30
4	13	18	25	30
5	32	43	60	-
6	32	41	50	60
7	8	15	20	21
8	11	15	17	22
9	13	19	22	25
10	24	32	41	52
11	16	26	34	42
12	21	32	48	60

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento desse trabalho permitiu uma análise superficial e parcial das propriedades do solo e suas funções que nem mesmo todos os livros na área de solos são capazes de descrever, mas também, permitiu entender que no solo existe um conjunto de interações e que todas elas estão relacionadas, tanto a nível do solo com ele mesmo, como do solo com as plantas, animais e o homem. Ressaltando a importância do homem como agente participativo na manutenção e/ou preservação desse recurso natural e essencial a toda forma de vida.

Deste modo, os agricultores, agrônomos e outros profissionais que trabalham com o solo, sabem ao menos um pouco que o solo faz parte da nossa vida, mas ainda possuem dificuldade para entender e manejá-lo de forma adequada. Procurar conhecer as características, propriedades e suas funções para contribuir com boa colheita, produção e a conservação do solo. Dessa forma, o resultado desse trabalho pode servir de exemplo para verificação dos mesmos parâmetros que foram avaliados, em outras particularidades locais, tendo sempre como referência áreas de preservação que poderá, ou não, apresentar resultados superiores as áreas agricultáveis, que são dependentes do seu histórico em função da ação antrópica.

Ao conversar com o proprietário e outros envolvidos na atividade, todos demonstraram interesse em aprender sobre o solo e reconheceram que o mesmo tem muito mais a "dar" do que aparenta, sendo possível plantar além do que já tem, como plantar feijão nas entre linhas. E que o manejo do solo e dos cultivos agrícolas adequados são fundamentais para a conservação do solo que acarretará o sucesso produtivo das culturas e das próximas que virão. De certa forma, os resultados da pesquisa foram satisfatórios, pois fortaleceu a confiança de que se tinha escolhido a área certa e que ela estava sendo bem manejada.

Diante da importância de fazer medições precisas para obtenção de resultados que condizem com a realidade, algumas melhorias poderiam ser citadas como: planejamento quanto ao período para realizar de amostragem (caso do milho que a vegetação estava muito densa). A utilização de medidor volumétrico mais precisos, a matéria orgânica participou da terra fina seca ao ar (onde em laboratório isso não ocorreria), condições atmosféricas variáveis, o que também não ocorreria em

laboratório e precisão do tempo para o teste de infiltração, onde a água foi despejada manualmente.

Nesse sentido, a utilização de um espaço apropriado como uma pequena sala que possa simular um laboratório, não só para análise de solo, deveria ser uma construção essencial em uma propriedade, mas que com um pouco de criatividade e esforço muitas análises podem ser realizadas de forma viável e eficaz.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M.; Sparovek, G.. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, 711-728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. 2013.
- Alegria, R., Almeida, P., Aratangy, V., & Victor, B. (2011). *Teoria e prática da pesquisa aplicada*. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2013). *Elementos da natureza e propriedades dos solos* (3ª ed.). Porto Alegre: Bookman.
- Estrela, C. (2018). *Metodologia científica: ciência, ensino, pesquisa* (3a ed.). Porto Alegre: Artes Médicas.
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa* (4 ed. ed.). São Paulo: Atlas.
- Primavesi, A. (1999). *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*. São Paulo: Nobel.
- Takane, R. J., Yanagisawa, S. S., & Góis, E. d. (2013). *Técnicas em substratos para a floricultura*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora.
- Verdejo, M. E. (2006). *Diagnóstico Rural Participativo: um guia prático*. Brasília: MDA / Secretaria da Agricultura.